

**SLUTTRAPPORT FOR UTVIKLINGSPROSJEKT I REGI AV BORG HAVN.
PROSJEKT:
" LAGER 12 NOR-LINES, MINSTEKRAV U-VERDI OG INNEMILJØ "**

Innhold

1 Rapportens oppbygning	2
2 Bakgrunn og kort sammendrag.....	2
3 Resultat.....	5
3.1 Opprinnelige målformuleringer.....	5
3.3 Målevaluering.....	6
4 Prosjektgjennomføring.....	7
4.1 Arbeidsform og gjennomføring	7
4.2 Innhold	7
5 Konklusjon	8
6 Regnskap.....	10
7 Vedlegg	10



1 Rapportens oppbygning

Sluttrapporten dokumenterer summen av aktiviteter og resultater fra prosjektet. Man har søkt å være kortfattet men utfyllende. Sluttrapporten er et åpent dokument som fritt kan distribueres. Det som kan oppfattes som forretningsmessig følsom informasjon for selskapet er her utelatt. Rapporten tar utgangspunkt i søknad og tilbud om tilskudd fra Innovasjon Norge. Det vedlegges dokumenter som viser resultatet av prosjektet.

2 Bakgrunn og kort sammendrag.

Prosjektet er etablert som en del av Trebasert Innovasjonsprograms aktiviteter for å øke bruken av tre.

Bakgrunnen for prosjektet ble beskrevet slik i søknaden.



Borg Havn IKS har oppført nytt lager og kontorbygg for NorLines på adressen Titangata 1 i Fredrikstad. Bygningen ble prosjektert og oppført med nye innovative løsninger hva gjaldt materialvalg, byggemetode og effektive løsninger for lagerlogistikk, og ble støttet av Trebasert Innovasjonsprogram administrert av Innovasjon Norge.

For å få et helhetlig bygg med enkle detaljer og en effektiv oppføring ble det etter en rapport fra Treteknisk Institutt i Norge besluttet å føre opp bygget i massivtre uten ytterligere isolasjon, og bruke et tykkere massivtreelement i ytterveggene kontordelen (kun en vegg). En slik løsning krevde imidlertid at det ble søkt om dispensasjon fra U-verdikravet i TEK 10, § 14-5. En slik søknad ble sendt Fredrikstad kommune med følgende begrunnelse:

Det har i hele prosjekteringsprosessen vært dialog med fagmiljøer som har vurdert de nye løsningene for slike bygninger. Intensjonen er å ha synlig massivtre-elementer i alle ytterveggene. Til bruk i slike bygninger er slike elementer solide og tåler mye mer belastning enn en stålkasettvegg. I tillegg er tre miljøvennlig og binder bl. annet store mengder CO₂.

I prosjekteringsprosessen er det vurdert om man skal isolere eller ikke isolere ytterveggene i kontorfløyen for å oppnå kravet i TEK10 (minstekrav til U- verdi).

For å følge opp intensjonene i innovasjonsprosjektet er det også viktig å dokumentere om en slik yttervegg kan bygges i miljøvennlige trematerialer til en konkurransedyktig pris. Vi har dokumentert at pris er konkurransedyktig. Vi foreslår derfor å måle energiforbruk i 2 år for å kunne dokumentere om Itech sine beregninger i notat 003 (21.10.16) stemmer.

Orientering:

Lager 1: 7340 m2 kaldt lager, romtemperatur min 0 gr. om vinteren

Lager 2: 2660m2 lavtemperaturlager (høylager for langtidslagring), romtemperatur min. 14 gr.

Kontorer: 880 m2 fordelt på to etasjer, normal romtemperatur.

Norsk Treteknisk Institutt (NTI) har gjort vurdering av muligheter og konsekvenser ved å benytte rene massivtreskiver i veggene. Itech AS har gjennomført energiberegninger av lagerbyggene og kontorlokalene.

Energiberegningene som er gjennomført (notat 001 Energiberegninger Borg Havn revisjon 2015 A) viser at lagerbyggene tilfredsstillere energikravene i TEK10. Derimot viser beregningene at kontorlokalene ikke tilfredsstillere minstekravene til U-verdi for yttervegger i TEK10 §14-5. Bakgrunnen for dette er et ønske om å benytte 250 mm uisolert massivtre som yttervegger i kontorlokalene. Slike vegger vil ha en U-verdi på 0,44 W/m²K, mens minstekravet til en slik yttervegg er 0,22 W/m²K iht. I 0§14-5

Det er gjort vurderinger både av NTI og Itech rundt bruken av massivtre i dette prosjektet, med gode resultater og tilfredsstillende risiko for råte og gode inneklimategenskaper. Energibruken vil kun øke med 10 % i forhold til isolert massivtre.

Itech viser i sin rapport at transmisjonstapet ved bruk av uisolert massivtre i yttervegger ikke overskrider tilsvarende tall for fullt isolert og fullt oppvarmet bygning som tilfredsstillere TEK10. Transmisjonsvarmetapet er beregnet til å være 8,1 % (ca. 9000 kWh/ år lavere enn for en slik bygning.) Beregningene viser at kontorlokalene tilfredsstillere energirammekravene i TEK 10, §14-4 med gode marginer, selv om ytterveggene er uisolerte, se notat 001, Energiberegninger fra Itech AS.

Vi har også beregnet klimagassutslipp for yttervegg. Se notat 003 fra Itech AS. Dette notatet viser at besparelse i CO₂ ekvivalenter ved ikke å isolere yttervegg er så betydelig at økningen i energibruk i byggets levetid (60 år) kan vise seg å gå ut på det samme, dvs at det miljømessig går ut på det samme. Dette avhenger i stor av materialvalg,

Konklusjon

Den prosjektete bruken av massivtre vil være med på å fremme ny bruk av miljøvennlige materialer og nye og enklere løsninger for denne bygningstypen, og vil bidra til et bedre miljøregnskap sett i forhold til den samlede energibruken over byggets levetid. Ved å måle effektene i en tidsbegrenset periode på 2 år vil vi få reelle tall som underbygger utførte beregninger. Det å få vurdert om en enklere yttervegg i trematerialer kan vise seg å være konkurransedyktig på byggekostnader samtidig som miljø kravene blir bedre totalt sett, er meget viktig for vårt innovasjonsprosjekt. Dette vil på sikt kunne endre rammebetingelsene i TEK, og informasjon fra dette prosjektet vil derfor bli tilsendt DIBK for å gi grunnlag for fremtidige endringer i TEK. En dispensasjon for dette prosjektet vil ikke bli brukt som argument i kommende prosjekter før DIBK har endret grenser for minstekrav til u-verd i yttervegger.

Beregningene viser at bygningen totalt tilfredsstillere kravene i TEK 10 selv om en del av bygningen ikke tilfredsstillere et enkelt krav. Prosjektet, som er støttet av Innovasjon Norge, vil på sikt kunne bidra til å endre kravene i TEK. Det er derfor viktig at vi i en periode på 2 år får foretatt målinger som dokumenterer energiforbruket. Slik sett vil tiltaket/dispensasjonen etter vår mening være et godt bygg for fremtiden og det vil etter søkers mening være større fordeler enn ulemper ved å gi denne tidsbegrensede dispensasjonen.

Med bakgrunn i ovennevnte søknad til kommunen ble det avholdt flere møter hvor saken ble diskutert og hvor spesielt miljøaspektet og behov for dokumentasjon ble fremhevet. Nedenfor gjengis kommunens begrunnelse for å innvilge dispensasjon:

Vurdering

Dispensasjon

Bestemmelsene om dispensasjon er nedfelt i plan- og bygningsloven kapittel 19. Loven fastslår følgende i § 19-2:

Dispensasjon kan ikke gis dersom hensynene bak bestemmelsen det dispenseres fra, eller hensynene i lovens formålsbestemmelse, blir vesentlig tilsidesatt. I tillegg må fordelene ved å gi dispensasjon være klart større enn ulempene etter en samlet vurdering.

Kommunens adgang til å gi dispensasjon er begrenset. Det kreves at hensynene bak den bestemmelsen det dispenseres fra ikke blir vesentlig tilsidesatt, og det må i tillegg foretas en interesseavveining, der fordelene ved tiltaket må vurderes opp mot ulempene. Det må foreligge en klar overvekt av hensyn som taler for dispensasjon. Det innebærer at det normalt ikke vil være anledning til å gi dispensasjon når hensynene bak bestemmelsen det søkes dispensasjon fra fortsatt gjør seg gjeldende med styrke.

Prosjektet som helhet er på sett og vis et pilotprosjekt når det gjelder bruk av massivtre i større logistikk bygg på nasjonalt nivå. Flere fagmiljøer, samt Innovasjon Norge har vært involvert i prosjektet. For å kunne dokumentere brukbarheten av valgte løsninger er det avgjørende at bygget kan brukes i en periode. Totalt sett i prosjektet er det vektlagt både økonomi, effektive løsninger for bygget i bruk, rasjonell byggemetode og miljøvennlige løsninger. I kontordelen er det to vegger som vender ut mot det fri. Den ene av disse er en glassvegg, og den andre er i massivtre-elementer. Som en del av helheten i prosjektet er det avgjørende at denne veggen ikke tilleggisoleres i en periode, slik at man kan måle energiforbruket mens bygget er i bruk, for å kontrollere om en slik løsning totalt sett kan gi et minst like energieffektivt bygg, selv om veggelementet har en U-verdi over TEK10 sitt minstekrav. Energirammen i TEK10 er beregnet å bli ivaretatt med god margin.

Det ligger et element av forskning og innovasjon i denne konkrete saken som vanskelig kan la seg dokumentere i en fullskala som dette uten en åpning for en form for prøveperiode. Tiltakshaver opplyser i møtet med bygningsmyndigheten også at det vil bli satt av midler til etterisolering, slik at det etter utløp av en midlertidig dispensasjon gjøres tiltak for å overholde U-verdi kravet på den aktuelle veggen. Dersom stedlige forhold tilsier at massivtreveggen tar skade av å stå ubehandlet, vil det uansett bli gjort tiltak før utløp av en dispensasjon.

Saken dreier seg om å tilegne seg faktaopplysninger gjennom forskning som kan brukes som innspill i en debatt om energikravene i fremtidige forskrifter gitt denne konkrete byggemetoden. Presedensfaren anses liten for en slik midlertidig dispensasjon. Bygningssjefen anser i denne spesielle saken at det foreligger en overvekt av grunner som taler for at en midlertidig dispensasjon kan gis. Hensikten bak bestemmelsen vil ikke bli vesentlig tilsidesatt ettersom den gis midlertidig, og det i tillegg er forholdsvis enkle grep som kan gjøres for at behovet for dispensasjon skal frafalle.

Vedtak

I medhold av plan- og bygningslovens § 19-2 gis det midlertidig dispensasjon fra Energikravet i TEK10 kap. 14-5.

Dispensasjonen gis for en varighet av 2 år fra dagens dato (t.o.m. 06.12.18).

Ovennevnte er således grunnlag for at det må gjennomføres et omfattende prosjekt for å kunne synliggjøre og dokumentere massivtreveggenes reelle U-verdi, opplevd inneklima og faktisk energiforbruk. Prosjektet vil kunne ha stor betydning for hele trebransjen og langt utover bygget til Borg Havn, idet man her får dokumentert treets evne til å utjevne temperatur- og fuktvariasjoner. Tilsvarende målinger har tidligere ikke vært gjennomført i Norge. Hvorvidt noe tilsvarende er

utført i andre Europeiske land vites ikke, og må derfor sjekkes ut med dagens massivtreleverandører.

3 Resultat

3.1 Opprinnelige målformuleringer

3.1.1 Overordnet mål:

Få endret TEK slik at fremtidige U-verdikrav tar hensyn til massivtreets termiske og hygrottermiske egenskaper.

3.1.2 Hovedmål:

Dokumentere og sikre at dispensasjonen gitt av Fredrikstad kommune kan gjøres permanent slik at tilleggisolering unngås.

3.1.3 Delmål:

- a) Dokumentere faktisk energiforbruk i forhold til forventet energiforbruk.
- b) Dokumentere opplevd inneklima blant de ansatte
- c) Dokumentere fuktbelastning på yttervegg.
- d) Bestemme ventilasjonsstrategi for å utnytte treets klimaregulerende effekt



3.2 Resultateffekt

Treteknisk Institutt har sammen med Borg Havn IKS, Trebruk AS og iTRE AS definert et måleprosjekt i Lager 12 – Norlines. Det skulle hentes informasjon fra eksisterende målere for strøm og vannvarme for å finne energiforbruket i bygget. Samtidig skulle det måles energi-gjennomgang gjennom veggene ved hjelp av HuxeFlux – målere. Disse ble plassert på 3 forskjellige plasser i bygget. 2 på vegg med kun massivtre i 25 cm tykkelse og en på vegg med normal isolasjon kombinert med 10 cm tykt massivtre. Målingene på massivtre med tykkelse 25 cm skjer både med plastfolie rundt målepunktet og uten folie. Dette for å få frem forskjellen som oppstår når fukten påvirker veggene og når fukten ikke slipper til. For mer detaljer se vedlagte rapport.

Gjennom dette prosjektet har tre-bransjen fått mulighet til å gjennomføre målinger som av en ren massivtre (KL-tre) konstruksjon uten isolasjon av noe slag. Treteknisk institutt har lenge ment at beregnet U-verdi for tre er for høy og at isoleringsevnen er bedre. Noe vi kan sammenligne med i laftede hytter og hus. Beregninger tilsier at virkelig u-verdi ligger under 0,30. Prosjektets resultater gir ikke dette svaret, men samtidig viser målingene at det er vanskelig og komplisert å måle på en måte som inkluderer treets spesielle egenskaper. U-verdi påvirkes både av treets termiske egenskaper og av hygrotermiske egenskaper. Det siste har vi ikke fått full effekt av. Det er i dag slik at ventilasjonssystemene trekker ut all fuktighet i bygget og vi oppnår ikke temperaturøkning pga hygrotermiske egenskaper. Det vil si at det frigjøres energi og varme når fuktigheten i luften går fra damp i luften til vann i veggen.



Tester viser at overflate – temperaturen øker med 2 til 3 grader når dette skjer. Denne effekten har vi ikke fått frem i dette prosjektet pga liten fuktilførsel i innemiljøet.

Resultatene i vedlagte rapport viser i snitt noe lavere u-verdi enn teoretisk verdi både for vegg med kun massivtre og isolert massivtre-vegg. Treteknisk Institutt skal videreføre målingene i eget prosjekt og håpet er at dette kan danne grunnlag for endring av beregningsgrunnlaget for bestemmelse av isolasjonstykkelse når det bygges med massivtre i yttervegg.

3.3 Målevaluering

Overordnet mål.

Dette målet er fortsatt aktuelt, men forutsetter videreføring av prosjektarbeidet.

Hovedmål.

Dette målet forutsettes oppnådd i oppfølgingen av prosjektet. Energimålingene viser at forbruket ligger godt innenfor energikravene.

Delmål.

- a) Dette målet er oppnådd.
- b) Dette er ikke dokumentert etter en vitenskaplig metode, men tilbakemeldingene fra alle ansatte viser meget gode resultater.
- c) Dette målet er oppnådd.
- d) Dette målet har det ikke vært tid og ressurser til å avklare i dette prosjektet.

4 Prosjektgjennomføring

4.1 Arbeidsform og gjennomføring

Arbeidet har vært fordelt mellom iTRE AS, Trebruk AS, Treteknisk Institutt AS og Borg Havn IKS. Storm Elektro har levert teknisk utstyr, montert innkjøpt utstyr og etablert datastrømmen. Det tok noe tid før målingene fungerte i henhold til kravene.

4.2 Innhold

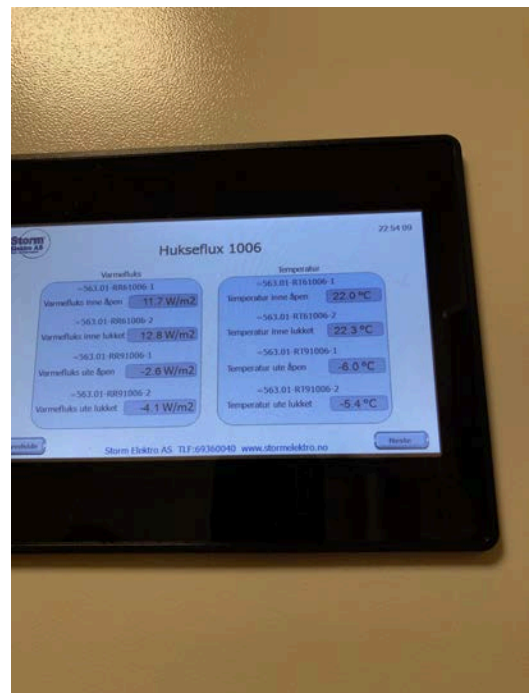
Forberedelser, montasje og måleperiode. Måling av u-verdi og energiforbruk.

Denne formen for måling av virkelig u-verdi har vi ikke kjennskap til er gjennomført på massivtre/KI-tre andre steder i verden. Det var derfor ikke klare beskrivelser som viste hva det var nødvendig å forberede. Storm Elektro tok ansvaret for det tekniske og foretok sammenkoblingen av måleinstrumentene og styringspanelet. Treteknisk Institutt arbeidet parallelt med å avklare hvordan dataene skulle tolkes og hadde løpende kontakt med Ås – miljøet og Kristine Nore som i denne perioden skiftet arbeidsplass og nå arbeider hos Splitkon.

Når måleinstrumentene var levert og plasseringer var definert, monterte Storm Elektro instrumentene i henhold til beskrivelser fra Treteknisk Institutt.

Det viste seg at det tok noe mer tid enn planlagt å komme i gang. Det var nødvendig å bruke tid på å bli kjent med instrumentene og med dataene som ble levert. Når dette var klart ble det valgt å forlenge måleperioden. Det var ønskelig å få inne alle årstider som grunnlag for u-verdimålingene. Temperatur, fukt inne og ute og endringer i dette var viktige forhold når dataene skulle analyseres.

Samtidig som u-verdimålingene pågikk ble energiforbruket i kontorlokalene målt for å bekrefte om målt u-verdi og målt energiforbruk gav fornuftige sammenhenger. Disse resultatene viser at totalt energiforbruk ligger innenfor kravene for denne type bygg.



5 Konklusjon

Dette er som beskrevet over en målevariant som ikke er gjennomført tidligere. Det var derfor mange forhold som måtte stemme for å oppnå de resultatene som de teoretiske beregningene skulle tilsa. Vi har ikke fått mulighet til å måle energigangen samtidig som de termiske og hygrotermiske egenskapene til tre fikk full effekt. Derimot har vi målt lavere U-verdi for tre enn den som benyttes når kravene vurderes i henhold til Teknisk forskrift. Dette beveger seg i riktig retning. Nå skal Treteknisk Institutt videreføre målinger også i laboratoriet for å avstemme resultatene fra Lager 12.

Det som derimot er meget viktig å se er at det totale energiforbruket er innenfor kravene. U-verdi – kravet til veggen er satt for å etablere preaksepterte løsninger for utførende, men det egentlige målet er redusert energiforbruk. Dette oppnår vi i denne bygningen selv om U-verdi – kravet isolert sett ikke er oppnådd.

Resultatene blir nå presentert Fredrikstad kommune som blir anmodet om å gi Borg Havn IKS en varig brukstillatelse uten å endre veggkonstruksjonen. Energimålet er nådd og bygget fungerer meget godt.

Det er naturlig å legge til at Aurskog Høland kommune med bakgrunn i disse erfaringene har gitt varig dispensasjon til en utbygger av næringsbygg. Bjørn Nordermoen er konsulent for prosjektet og har overført kompetansen.

Borg Havn synes dette har vært en meget interessant prosess og håper myndighetene kan ta dette til etterretning og gjøre bruken av tre i slike bygg til et naturlig valg. Det forutsetter at U-verdi – kravet i Teknisk forskrift fjernes så lenge energimålene oppnås.





6 Regnskap

Kostnader sammenlignet med poster i bevilgning.

Budsjettpost	Verdier	
	Kostnad treprosjekt	Budsjett treprosjekt
01 prosjektleidelse	306 860	300 000
02 innstallering og loggeoppsett	230 964	150 000
03 termografering og inneklimatekst	266 000	250 000
04 analyse av fysiske målinger	210 000	200 000
05 driftsopplegg for ventilsjon	96 235	80 000
06 informasjonsinnhenting massivtreprodusenter	50 000	50 000
07 reise og møtekostnader	52 000	50 000
08 kunnskapsformidling	52 000	50 000
Totalsum	1 264 059	1 130 000

Her vises kostnad i prosjektrevisjonen og budsjettet for bevilgningen. Dette er summen av postene som er knyttet til tre/måleprosjektet.

7 Vedlegg

Bekreftelse fra revisor.

Sammendrag økonomisk resultat.

Rapport fra Treteknisk Institutt.